COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 FÉVRIER 1864.

PRÉSIDENCE DE M. MORIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une ampliation du décret impérial qui approuve la nomination de M. Paul Thenard à la place devenue vacante dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de *M. de Gasparin*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Paul Thenard prend place parmi ses confrères.

M. le Président annonce que le XXXIIIe volume des *Mémoires de l'Académie* est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Des effets de la neige sur les chemins de fer actuels ; par* M. Séguier.

» Ce qui vient de se passer sur les chemins de fer du midi, ce qui était arrivé il y a quelques semaines à peine sur ceux de l'est de la France, mérite de fixer un moment l'attention de l'Académie. Des convois ont été arrêtés dans leur marche et sont restés en détresse. L'impossibilité de vaincre l'ob-

stacle présenté par l'accumulation de la neige, dans le midi, peut n'être qu'un cas rare résultant de circonstances météorologiques qui ne se reproduiront qu'à longs intervalles; mais dans les pays de montagne que les chemins commencent à sillonner, cet inconvénient restera une entrave fâcheuse à la circulation, renouvelée chaque hiver.

» Le mode actuel de progression des convois par la simple adhérence des roues de la locomotive, résultant du seul poids de la machine, n'est-il pas la cause de ces accidents dont l'importance et les dangers viennent de se révéler. En effet, un train n'avance que parce que les roues motrices de la locomotive éprouvent sur les rails un frottement que l'expérience a démontré être, en temps ordinaire, d'environ un vingtième du poids qui pèse sur les roues motrices. Ainsi une locomotive lourde de 20 tonnes, par un temps sec, alors qu'aucune humidité ne lubrifie les rails, trouve, dans le coefficient de frottement de ses roues motrices, une puissance de traction en plan horizontal d'une tonne; mais que les rails s'imprègnent d'une matière visqueuse, comme cela arrive fréquemment sous les tunnels, qu'ils se couvrent de verglas ou de neige, oh! alors l'adhérence résultant du frottement est réduite au point que les roues motrices patinent sans avancer. Cette expression, à elle seule, indique que les roues se trouvent dans cet état de glissement si facile que l'homme se procure sur la glace en garnissant ses pieds de patins.

» Qui de nous, en marchant sur les conduits de fonte intercalés dans les trottoirs, n'a senti son pied glisser sur cette surface métallique lubrifiée par la crotte, la neige ou le verglas? La puissance d'une locomotive ainsi réduite suffit à peine pour traîner à sa suite son convoi: en vain essayet-on de lui faire encore pousser devant elle des organes pour se frayer à elle-même un passage en rejetant la neige sur les côtés de la voie. Qu'on ne dise pas qu'en faisant tomber continuellement du gros sable sur les rails devant les roues motrices, on leur restitue leur adhérence; le coefficient de frottement peut certainement être ainsi augmenté, nous le reconnaissons, mais nous faisons de suite remarquer que le grand bénéfice de la locomotion, facile sur chemin de fer, se trouve remplacé par les conditions bien moins avantageuses d'un cheminement ordinaire sur une route macadamisée, c'est-à-dire que l'effort de traction, au lieu d'être par rapport à la masse traînée comme 1 à 300 n'est plus que comme 1 à 60, comme 1 à 70 tout au plus. Maintenant, il est aisé de comprendre pourquoi une locomotive luttant en vain devant la neige accumulée dans une tranchée, épuisant sa vapeur en un patinage stérile de ses roues

motrices sur des rails glissants, finit par rester en détresse jusqu'à ce qu'une force musculaire humaine vienne la tirer de cette position critique; telle est la conséquence d'une méthode de locomotion que tout d'abord on n'avait point osée !

» Un coup d'œil en arrière vers l'origine des voies ferrées nous fait voir que la première pensée d'un chemin de fer ne s'est présentée à l'esprit des ingénieurs comme réalisable qu'avec l'emploi de rails et de roues pourvus de dents engrenant les unes dans les autres comme un pignon qui roule dans une crémaillère. Ainsi fut exécuté le premier railway destiné au transport des houilles entre Slockton et Darlington, en Angleterre.

» Ce ne fut que lorsque Stephenson eut expérimentalement reconnu que le simple poids d'une machine locomotive, établie dans les conditions de la plus grande légèreté possible par l'habile mécanicien Brathwaite, laissait à des roues ordinaires sur le sol une adhérence encore plus que suffisante pour traîner un convoi, que cet ingénieur hardi se décida à établir, entre Liverpool et Manchester, dans une contrée presque plane, le premier chemin de fer, tel que nous les voyons tous aujourd'hui.

» Cet examen rétrospectif nous permet de rappeler encore que Polonceau, en adoptant des pentes minimes pour le chemin de fer de Versailles rive gauche, que Clapeyron, en ne dépassant pas 5 millimètres de pente par mètre pour le chemin de fer de la rive droite, se préoccupaient tous deux du glissement possible des roues motrices sur des rails unis; les paroles si touchantes, prononcées récemment sur la tombe de notre regretté confrère, nous rappellent qu'il dut accepter la responsabilité du bon fonctionnement des machines dont il fournissait lui même les plans à un constructeur anglais, effrayé d'une inclinaison que Stephenson déclarait insurmontable. Un peu plus tard la rampe d'Étampes au sept-millième apparaissait comme une faute regrettable dans le tracé de la ligne d'Orléans; les très-faibles pentes de 2 à 3 millimètres au plus, les grandes courbes de 1200 mètres de rayon ont été les conditions proclamées comme essentielles au début de l'industrie des chemins de fer, et les immenses sacrifices consentis pour les maintenir dans les tracés, nous prouvent que ce n'est que par des hardiesses successives que les ingénieurs ont osé s'en affranchir.

» Le mode de progression par l'adhérence des roues résultant du poids seul de la locomotive, d'abord parfaitement justifiable, puisqu'il suffisait sur des chemins à faibles pentes, devient maintenant une solution critiquable, et toutes les ingéniosités pour la rendre moins imparfaite ne font

chaque jour que rendre plus manifeste son insuffisance. Une locomotive de 60 tonnes et plus pour gravir des montagnes! Quelle notable partie de la force motrice de ce colossal engin absorbée pour se monter lui-même! La vitesse qu'une pareille masse, poussée par son convoi, pourrait prendre à la descente ne fait-elle pas trembler, quand on réfléchit que la vie de tous les voyageurs ne tient qu'aux organes d'enrayage bien près d'être insuffisants, alors qu'ils ne font que transformer les véhicules roulants en traîneaux glissants. La vapeur mise à contre-sens sur les pistons pour forcer la locomotive, par une tendance rétrograde, à agir à la façon du cheval limonier qui, aux descentes, retient dans les brancards, n'ajouterait à cette sécurité que celle de la solidité des organes de distribution de vapeur; que ceux-ci se détraquent, c'est le cheval qui s'abat et la voiture qui l'écrase en continuant de rouler! Nous le disons avec franchise, il faut toute l'assurance que donnent des tentatives chaque jour plus périlleuses, mais pourtant couronnées de succès, pour étudier des tracés à forte pente en pays de montagne avec une solution de locomotion si peu normale.

» Permettez-moi d'expliquer devant vous ce que j'entends par solution normale. J'appelle ainsi celle qui satisfait absolument à toutes les conditions nécessaires pour obtenir certainement le but proposé. Quelques exemples vont faire comprendre ma pensée.

» Les portes busquées d'une écluse rapprochées d'autant plus énergiquement l'une contre l'autre que la poussée de l'eau est plus grande contre elles; le cuir embouti de la presse hydraulique qui s'oppose à la fuite du liquide avec d'autant plus d'efficacité que son énorme compression lui donne une plus grande tendance à fuir, constituent ce que j'appelle des solutions normales, puisqu'elles satisfont à leur but, et qu'aucune autre ne les remplacerait avec avantage.

» Deux roues horizontales agissant à la façon des rouleaux d'un laminoir rapprochés par la résistance du convoi contre un rail intermédiaire fixé solidement au milieu de la voie, réalisent encore une solution normale du problème du cheminement sur les chemins de fer. Au moyen d'une telle solution, on peut épuiser pour la locomotion la puissance totale de la vapeur de la machine sous sa plus haute pression, maximum d'effort que l'expérience démontre ne pouvoir être obtenu avec une locomotive même du poids de 60 tonnes capable de gravir de fortes pentes, puisque les six roues couplées de ces énergiques machines tournent sur place, alors que tous les freins sont simultanément serrés pour apprécier leur puissance extrême que ce patinage ne permet pas de développer.

» Cette solution normale est celle que nous avons eu l'honneur d'exposer devant vous, il y a vingt et un ans, dont nous réclamions pour la France la priorité, il y a quelques semaines, alors que nous apprenions qu'un ingénieur anglais se préparait à en faire l'application au passage des Alpes par le mont Cenis; c'est celle dont le chef de l'État a bien voulu concevoir lui-même toute l'efficacité, dont il daigne ménager une application, que des considérations d'intérêts privés ou publics ne retarderont pas, je l'espère, indéfiniment en France.

» Cette solution présente, pour vaincre l'obstacle des neiges, les conditions les plus favorables : faisons-les brièvement ressortir.

» A la tête d'un convoi une locomotive ordinaire est impuissante à s'ouvrir un passage à travers des neiges dès que leur accumulation offre un obstacle dépassant l'adhérence très-amoindrie de ses roues motrices sur les rails verglacés; une machine pourvue de roues horizontales assez énergiquement rapprochées contre un rail central pour ne pouvoir jamais patiner permettra à la vapeur d'acquérir sous les pistons une pression égale à celle limitée par la soupape de sûreté de la chaudière. Ce maximum d'effort de la vapeur sous la plus haute pression sera capable de faire opérer à la machine un déblai que des organes spéciaux faciliteront encore.

» Nous ne craignons pas d'affirmer qu'avec une chaudière tubulaire ordinaire, de grands pistons faisant tourner, à l'aide de grandes manivelles, de petites roues horizontales pour faire une conversion de vitesse en puissance sans patinage possible, puisque c'est la résistance même qui les rapproche, on constituerait certainement un engin assez puissant pour maintenir libre, dans la plupart des cas, la circulation en temps de neige.

» Imaginez une telle machine pourvue à son avant d'une espèce de soc à double versoir, qui lui donne une certaine ressemblance avec la charrue employée pour ouvrir les rigoles d'assainissement dans les terres labourées; voyez-la passer sur la voie à certains intervalles pendant que la neige tombe, avant que celle-ci se soit encore accumulée en couche trop épaisse, vous comprendrez de suite que ce puissant engin, s'avançant sûrement en déversant la neige à droite et à gauche de la voie, fera mécaniquement, d'une façon plus expéditive et plus économique, le déblai que l'impuissance des machines actuelles, par suite du patinage de leurs roues motrices, vous force de rechercher dans l'emploi, plus lent et plus coûteux, de nombreux ouvriers. »

GÉOLOGIE. — *Tableau des données numériques qui fixent les 362 points principaux du réseau pentagonal; par* M. L. **Élie de Beaumont**. (Suite.)

Note subsidiaire. — *Sur les moyens employés pour vérifier l'exactitude des nombres consignés dans les tableaux* (1).

Malgré tout le soin que j'ai mis à exécuter correctement, au moyen des formules précédemment indiquées, les calculs qui m'ont fourni les trois données numériques relatives à chacun des 181 points principaux du réseau pentagonal consignés dans mes six tableaux, je ne pouvais espérer qu'aucune faute de calcul ne m'aurait échappé, et désirant ne publier que des chiffres exacts j'ai dû m'occuper de découvrir les fautes afin de les faire disparaître.

Pour cela, comme je l'ai indiqué dans ma *Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 1030, je me suis d'abord astreint à calculer plusieurs fois les trois données relatives à un même point principal, en me servant de cercles différents. Lorsque les résultats de ces calculs, qui n'avaient rien de commun, n'étaient pas d'accord entre eux jusqu'aux secondes inclusivement, j'en concluais qu'il s'était glissé quelque part une faute, que j'ai constamment découverte et que j'ai fait disparaître. J'ai conservé ensuite pour les fractions de seconde les résultats du calcul le plus direct, dans lequel les petites inexactitudes inhérentes à l'emploi des tables de logarithmes devaient se trouver accumulées à un moindre degré. Je n'ai jamais pris les moyennes des résultats de différents calculs, parce que les vérifications que j'opérais n'avaient pas pour objet de perfectionner les valeurs des données numériques obtenues, qui sont suffisamment exactes quand elles sont correctement calculées, mais seulement de corriger celles qui étaient incorrectes, en rectifiant les fautes.

Les trois données numériques relatives à chacun des points D, I, H et à plusieurs des points T ont d'ailleurs été vérifiées, d'une manière indirecte, par l'usage que j'en ai fait pour calculer les données relatives à 159 cercles du réseau. Ces dernières ont été vérifiées elles-mêmes et ont été reconnues exactes, ce qui ne serait pas arrivé si les données qui avaient servi de points de départ avaient été fautives.

De plus, les latitudes et les longitudes d'un grand nombre de points D, I, H, et même de plusieurs points T, *a* et *b* ont été contrôlées par l'emploi que j'ai fait de ces points pour vérifier les données numériques relatives à 159 cercles du réseau, vérification qui n'aurait pas réussi si les latitudes et les longitudes des points D, I, H, etc., avaient été inexactes.

D'après cela je n'avais plus à me préoccuper de la vérification des données numériques relatives aux points D, I, H consignés dans mes six tableaux au nombre de 31; mais les données numériques relatives aux points T, *a*, *b*, *c* contenues dans les mêmes tableaux, au nombre de 150, restaient pour la plupart à vérifier, ce qui faisait près de 450 nombres dans le calcul de chacun desquels je pouvais craindre qu'il ne se fût glissé quelque erreur.

Afin de mettre en évidence les fautes de calcul que je pouvais avoir commises, j'ai employé un moyen plus expéditif, quoique non moins sévère, que celui qui aurait consisté à calculer une seconde fois ces 450 nombres.

---

(1) *Voir* les deux premières parties du Mémoire dans les numéros précédents des *Comptes rendus*, p. 308 et 341.

Les points principaux du réseau pentagonal sont placés à des distances déterminées les uns des autres, et, en se servant des données numériques relatives à deux d'entre eux pour déterminer leur distance mutuelle, on doit retrouver, avec la précision des secondes, la longueur normale de l'arc qui les réunit. Ainsi chaque point a tombe, comme je l'ai déjà dit, au milieu d'un arc d'octaédrique qui joint deux points T. La longueur de cet arc est de $15°31'20'',96$, et chacune des deux moitiés Ta de cet arc est de $7°45'40'',48$. De même chaque point H est situé entre deux points c placés sur le même octaédrique que lui, et éloignés de lui de $7°45'40'',48$. De là il résulte qu'on peut contrôler les données numériques relatives à tous les points T, a, H, c qui se trouvent sur un même octaédrique en calculant, au moyen de ces mêmes données, tous les arcs Ta, Hc, pour la valeur de chacun desquels on doit trouver $7°45'40'',48$. Si on trouve un nombre qui diffère de ce dernier de plus *d'une fraction de seconde*, on est certain qu'une faute a été commise et on se trouve en demeure de la trouver et de la rectifier.

Laissant de côté le point H déjà suffisamment vérifié, on peut contrôler l'un par l'autre les deux points c entre lesquels il se trouve, d'après la condition que l'arc d'octaédrique cc est de $15°31'20'',96$.

Si on veut comparer des points T, a, b situés, dans un même pentagone, sur un même grand cercle primitif, on peut partir pareillement des valeurs connues des arcs aT, Tb, ab qui sont

$$a\text{T} = 24°5'41'',42, \quad \text{T}b = 13°16'57'',08, \quad ab = 37°22'38'',50.$$

La distance mutuelle de deux points principaux du réseau se calcule, au moyen des données numériques qui les fixent, d'une manière très-simple. Deux points principaux M et N forment avec le pôle de la terre P, un triangle sphérique dans lequel on a à la fois, d'après une propriété connue,

$$\sin c = \frac{\sin \text{C} \sin a}{\sin \text{A}} \quad \text{et} \quad \sin c = \frac{\sin \text{C} \sin b}{\sin \text{B}},$$

ce qui fournit deux moyens de calculer le côté c, distance des deux points, qui est opposé à l'angle au pôle C.

Les valeurs des angles A, B, C, et celles des arcs a et b, sont fournies par les données numériques relatives aux deux points M et N, car a et b sont les compléments de leurs latitudes, C est la différence de leurs longitudes, et les valeurs des angles A et B dont les sommets sont situés en M et N se déduisent des orientations données pour ces deux points.

Les arcs a et b des formules ci-dessus étant les compléments des latitudes des points M et N auxquels ils se rapportent, on peut, afin de se dispenser de former ces compléments, remplacer les sinus des compléments par les cosinus des latitudes inscrites dans les tableaux.

On n'a pas besoin de chercher dans les Tables la valeur de l'arc c qui résulte du calcul. Il suffit de comparer la valeur trouvée pour l. sin$c$ à celle du logarithme du sinus de la valeur normale de l'arc MN déduite de la connaissance générale du réseau pentagonal ; et, pour apprécier l'importance de la différence qui peut exister entre les deux logarithmes, il suffit de la comparer à la différence portée dans les Tables pour les logarithmes des sinus de deux arcs de cette grandeur différant de 10 secondes.

Ces remarques faites, les exemples de calcul qui vont suivre se comprendront d'eux-mêmes.

Supposons que les deux points principaux M et N dont il s'agit de vérifier les données numériques soient **IV**.T′ situé à l'ouest des îles Maldives et **IV**.a'''' situé près de Mélinde.

On trouve dans le tableau n° **IV** :

IV. T′.	Lat. 1° 6′30″,16 N.	Long. 64°32′45″,64 E.	Orient. N. 79°22′36″,10 E.
IV. a''''.	Lat. 3°18′ 2″,36 S.	Long. 40°50′52″,33 E.	Orient. N. 79°50′13″,57 E.
		C = 23°41′53″,31	

La longueur normale de l'arc Ta étant de 24° 5′41″,42, on a à considérer les chiffres suivants :

l. sin 24°5′41″,42 = 9,6109243. Différence pour 1″... 47,1

l. sin 23°41′53″,31 =	9,6041376	l. sin 23°41′53″,31 =	9,6041376
l. cos 1° 6′30″,16 =	9,9999187	l. cos 3°18′ 2″,36 =	9,9992790
	19,6040563		19,6034166
l. sin 79°50′13″,57 =	9,9931320	l. sin 79°22′36″,10 =	9,9924918
l. sin c =	9,6109243	l. sin c =	9,6109248
Différence 0, correspondant à 0″,00		Différence + 5, correspondant à $\frac{1''}{9,42}$	

Ainsi l'une des deux valeurs obtenues pour c reproduit identiquement la valeur normale de l'arc Ta, et l'autre la reproduit avec une différence qui dépasse à peine $\frac{1}{10}$ de seconde. De là on doit conclure que les six données numériques qui fixent les deux points **IV**.T′ et **IV**.a'''' ont été calculées d'une manière irréprochable. On peut remarquer que la première détermination de l'arc c vérifie seulement quatre des six données; les deux autres se trouvent vérifiées par la seconde détermination de l'arc c.

Au lieu de considérer seulement un point a et un point T situés de part et d'autre d'un point D sur un grand cercle primitif, on aurait pu considérer en même temps un point b situé au delà de T sur le même grand cercle primitif, et vérifier à la fois et même d'une manière surabondante les neuf données numériques qui fixent les trois points. Voici un exemple de ce procédé que j'ai souvent employé :

III. b'.	Lat. 46°34′44″,83 N.	Long. 140° 4′ 1″,21 E.	N. 88° 2′20″,25 E.
III. T′.	Lat. 44°32′48″,33 N.	Long. 121°16′17″,20 E.	N. 74°33′26″,58 E.
III. a''''.	Lat. 34°15′23″,30 N.	Long. 92°50′25″,55 E.	N. 56°12′53″,40 E.
		C = 18°47′44″,01	
		C′ = 47°13′35″,66	
		C″ = 28°25′51″,65	

Tb.	l. sin 13°16′57″,08 = 9,3612610	Différence pour 1″....	89,2
ab.	l. sin 37°22′38″,50 = 9,7832330	Différence pour 1″....	27,6
Ta.	l. sin 24° 5′41″,42 = 9,6109243	Différence pour 1″....	47,1

$$\begin{array}{rl} \text{l.}\sin 18^\circ 47' 44'',01 = & 9,5081152 \\ \text{l.}\cos 46^\circ 34' 44'',83 = & \underline{9,8371794} \\ & 19,3452946 \\ \text{l.}\sin 74^\circ 33' 26'',58 = & \underline{9,9840309} \\ \text{l.}\sin c = & 9,3612637 \end{array}$$

Différence $+27$, correspondant à $\dfrac{1''}{3,30}$

$$\begin{array}{rl} \text{l.}\sin 47^\circ 13' 35'',66 = & 9,8657226 \\ \text{l.}\cos 46^\circ 34' 44'',83 = & \underline{9,8371794} \\ & 19,7029020 \\ \text{l.}\sin 56^\circ 12' 53'',40 = & \underline{9,9196682} \\ \text{l.}\sin c = & 9,7832338 \end{array}$$

Différence $+8$, correspondant à $\dfrac{1''}{3,45}$

$$\begin{array}{rl} \text{l.}\sin 28^\circ 25' 51'',65 = & 9,6776984 \\ \text{l.}\cos 44^\circ 32' 48'',33 = & \underline{9,8528935} \\ & 19,5305919 \\ \text{l.}\sin 56^\circ 12' 53'',40 = & \underline{9,9196682} \\ \text{l.}\sin c = & 9,6109237 \end{array}$$

Différence -6, correspondant à $\dfrac{1''}{7,85}$

$$\begin{array}{rl} \text{l.}\sin 18^\circ 47' 44'',01 = & 9,5081152 \\ \text{l.}\cos 44^\circ 32' 48'',33 = & \underline{9,8528935} \\ & 19,3610087 \\ \text{l.}\sin 88^\circ\ 2' 20'',25 = & \underline{9,9997456} \\ \text{l.}\sin c = & 9,3612631 \end{array}$$

Différence $+21$, correspondant à $\dfrac{1''}{4,24}$

$$\begin{array}{rl} \text{l.}\sin 47^\circ 13' 35'',66 = & 9,8657226 \\ \text{l.}\cos 34^\circ 15' 23'',30 = & \underline{9,9172566} \\ & 19,7829792 \\ \text{l.}\sin 88^\circ\ 2' 20'',25 = & \underline{9,9997456} \\ \text{l.}\sin c = & 9,7832336 \end{array}$$

Différence $+6$, correspondant à $\dfrac{1''}{4,60}$

$$\begin{array}{rl} \text{l.}\sin 28^\circ 25' 51'',65 = & 9,6776984 \\ \text{l.}\cos 34^\circ 15' 23'',30 = & \underline{9,9172566} \\ & 19,5949550 \\ \text{l.}\sin 74^\circ 33' 26'',58 = & \underline{9,9840309} \\ \text{l.}\sin c = & 9,6109241 \end{array}$$

Différence -2, correspondant à $\dfrac{1''}{23,55}$

On voit que les valeurs trouvées pour les arcs c reproduisent constamment les valeurs normales des arcs Tb, ba, Ta à une fraction de seconde près, ce qui suppose que les neuf données numériques qui fixent les points **III**.b', **III**.T$'$, **III**.a''' sont correctes. On peut remarquer que quatre des six opérations effectuées suffisent pour cette vérification. On aurait pu se borner aux quatre premières, aux quatre dernières ou aux deux premières et aux deux dernières. Les deux autres fournissent des vérifications surabondantes.

Dans les deux exemples précédents, j'ai employé comme moyen de vérification des arcs compris dans les grands cercles primitifs du réseau; cela ne pouvait avoir d'inconvénient, parce que les points T, a, b dont il s'agissait ont été calculés au moyen des octaédriques et des dodécaédriques réguliers. Mais si ces mêmes points avaient été calculés au moyen des grands cercles primitifs, on pourrait craindre que des inexactitudes, dont les données qui fixent ces grands cercles auraient été éventuellement affectées, n'eussent introduit dans les données relatives aux points T, a, b des inexactitudes coordonnées entre elles, de manière à se compenser et à ne pas se révéler dans les calculs de vérification. Pour éviter cette cause de déception, il faut toujours employer, pour vérifier les données qui fixent les points principaux, des arcs de grands cercles différents de ceux qui ont servi à les calculer, ce qui exige un choix attentif des arcs de vérification.

Il faut aussi avoir soin de ne pas choisir comme moyen de contrôle un arc qui ne

ferait que des très-petits angles avec les méridiens, parce que dans ce cas le triangle auxquels s'appliqueraient les calculs de vérification serait défectueux, comme ayant des angles trop aigus, et les valeurs trouvées pour c pourraient être mauvaises, par l'effet de cette défectuosité du triangle, sans qu'il y eût aucune faute dans les données numériques relatives aux deux points comparés. De là il résulte qu'il est souvent expédient d'employer des arcs qui ne sont pas compris dans les grands cercles principaux et qui, une fois calculés, peuvent servir dans toutes les parties du réseau.

Par exemple les quatre points c qui accompagnent chaque point H forment les quatre sommets d'un quadrilatère à quatre angles égaux dont le point H occupe le centre, et dont les octaédriques forment les diagonales. Dans ce quadrilatère, il y a deux grands côtés cc égaux entre eux et deux petits côtés cc qui de même sont égaux entre eux.

Chacun des arcs cc (grands côtés) $= 14°29'41'',98$ et forme avec les deux octaédriques qu'il rencontre des angles égaux $\beta = 21°4'53'',49$.

Chacun des arcs cc (petits côtés) $= 5°31'26'',34$ et forme avec les deux octaédriques qu'il rencontre des angles égaux $\beta' = 69°16'11''98$.

En employant ces arcs à la vérification des points c on évite de se servir d'arcs compris dans les octaédriques qui ont servi à calculer les données numériques relatives aux points c. Voici des exemples de l'emploi des arcs cc (grand côté) et cc (petit côté) :

l. sin 14°29'41''98 = 9,3984529 Différence pour 1''... 81,4

			21° 4'53'',49
IV. c''''_1.	Lat. 2°52'10'',91 S.	Long. 26°54'48'',96 E.	Orient. N. 60°11'29'',22 E.
			B = 81°16'22'',71
V. c'.	Lat. 4°57'33'',57 S.	Long. 12°32' 6'',34 E.	Orient. N. 76°39'32'',24 O.
		C = 14°22'42'',62	21° 4'53'',49
			A = 97°44'25'',73

l. sin 14°22'42'',62 =	9,3950231	l. sin 14°22'42'',62 =	9,3950231
l. cos 4°57'33'',57 =	9,9983711	l. cos 2°52'10'',91 =	9,9994550
	19,3933942		19,3944781
l. sin 81°16'22'',71 =	9,9949426	l. cos 7°44'25'',73 =	9,9960247
l. sin c =	9,3984516		9,3975534
Différence — 13, correspondant à	$\frac{1''}{6,26}$	Différence + 5, correspondant à	$\frac{1''}{16,28}$

Les deux différences obtenues ne correspondant qu'à des fractions de secondes, on voit que les six données qui fixent les **IV**. c''''_1 et **V**. c' avaient été correctement calculées. On doit remarquer que ces deux points se trouvant dans l'hémisphère austral, le triangle auquel se rapporte le calcul a son sommet au pôle austral et non au pôle boréal.

Voici maintenant une vérification opérée au moyen de l'arc cc (petit côté) :

l. sin 5°31'26'',34 = 8,9834567 Différence pour 1''.... 217,7

69° 16′ 11″,98

V. c''''. Lat. 1° 6′ 27″,82 N. Long. 33° 46′ 39″,74 O. Orient. N. 35° 40′ 46″,20 O.

B = 33° 35′ 25″,78

69° 16′ 11″,98

V. c_1''''. Lat. 5° 42′ 19″,71 N. Long. 30° 42′ 34″,65 O. Orient. N. 76° 57′ 25″,59

C = 3° 4′ 5″,09 A = 146° 13′ 37″,57

l. sin 3° 4′ 5″,09 = 8,7285365	l. sin 3° 4′ 5″,09 = 8,7285365
l. cos 1° 6′ 27″,82 = 9,9999188	l. cos 5° 42′ 19″,71 = 9,9978431
18,7284553	18,7263796
l. cos 56° 13′ 37″,57 = 9,7449986	l. sin 33° 35′ 25″,78 = 9,7429240
l. sin c = 8,9834567	l. sin c = 8,9834555
Différence 0, correspondant à 0″,00	Différence — 1, correspondant à $\frac{1''}{19,81}$

Les six données qui fixent les deux points **V**. c'''' et **V**. c_1'''' sont donc irréprochables, puisque par une combinaison qui emploie quatre de ces données on retrouve identiquement la valeur de cc_1 tandis que par une seconde combinaison, qui emploie les deux autres données, on retrouve cette même valeur à $\frac{1}{20}$ de seconde près.

On peut employer avec une égale facilité une foule d'autres arcs pris dans le réseau pentagonal.

Ainsi l'arc aa, qui joint deux points a situés de part et d'autre d'un point T, a une longueur de 12° 39′ 59″,90, et fait aux deux points a, avec les grands cercles primitifs, des angles égaux α = 54° 29′ 12″,02.

Voici comme exemple une vérification exécutée au moyen de cet arc :

l. sin 12° 39′ 59″,90 = 9,3408080 Différence pour 1″. . . . 93,7

54° 29′ 12″,02

VI. a''. Lat. 12° 28′ 50″,39 N. Long. 68° 22′ 20″,68 O. Orient. N. 6° 51′ 42″,83 E.

B = 61° 20′ 54″,85

VI. a'. Lat. 18° 16′ 5″,58 N. Long. 56° 41′ 9″,79 O. Orient. N. 61° 3′ 8″,65 O.

C = 11° 41′ 10″,89 54° 29′ 12″,02

A = 115° 32′ 20″,67

l. sin 11° 41′ 10″,89 = 9,3065412	l. sin 11° 41′ 10″,89 = 9,3065412
l. cos 12° 28′ 50″,39 = 9,9896140	l. cos 18° 16′ 5″,58 = 9,9775405
19,2961552	19,2840817
l. cos 25° 32′ 20″,67 = 9,9553468	l. sin 61° 20′ 54″,85 = 9,9432733
l. sin c = 9,3408084	l. sin c = 9,3408084
Différence + 4, correspondant à $\frac{1''}{23,42}$	Différence + 4, correspondant à $\frac{1''}{23,42}$

Les six données qui fixent les deux points **VI**. a'' et **VI**. a' doivent avoir été correctement calculées, puisqu'on ne trouve que des différences correspondant à des fractions de seconde.

52..

Pareillement l'arc *bb*, qui joint deux des trois points *b* groupés autour d'un point **I**, a une longueur de 18°41′57″,86, et fait aux deux points *b*, avec les grands cercles primitifs, des angles égaux β = 30° 26′ 46″, 99.

Voici comme exemple une vérification opérée au moyen de l'arc *bb* :

l. sin 18°41′57″,86 = 9,5059678 Différence pour 1″... 62,2

		30° 26′ 46″,99
III. *b* Lat. 65°43′51″, 16 N.	Long. 95° 2′ 15″, 06 E.	Orient. N. 16° 29′ 16″, 44 O.
		B = 46° 56′ 3″, 43
I. *b* Lat. 72°27′20″, 89 N.	Long. 44° 2′59″, 62 E.	Orient. N. 54°31′29″, 15 E.
	C = 50°59′ 15″, 44	30° 26′ 46″,99
		A = 84°58′ 16″, 14

l. sin 50°59′ 15″,44 = 9,8904266	l. sin 50°59′ 15″,44 = 9,8904266
l. cos 65°43′51″, 16 = 9,6138663	l. cos 72° 27′ 20″, 89 = 9,4792029
19,5042929	19,3696295
l. sin 84°58′ 16″, 14 = 9,9983251	l. sin 46°56′ 3″, 43 = 9,8636625
l. sin *c* = 9,5059678	l. sin *c* = 9,5059670
Différence 0, correspondant à 0″, 00	Différence — 8, correspondant à $\frac{1''}{7,77}$

Les différences trouvées étant, l'une égale à zéro et l'autre à une fraction de seconde, on voit que les six données numériques qui fixent les points **III**. *b* et **I**. *b* doivent avoir été calculées correctement.

Indépendamment des logarithmes consignés dans les exemples précédents, j'en mets encore ici quelques-uns à la disposition des personnes qui seraient bien aises de vérifier par elles-mêmes l'exactitude de mes données numériques :

H*c*, T*a*.	l. sin 7°45′40″,48 = 9,1304797	Différence pour 1″... 154,5
I*b*.	l. sin 10°48′44″,34 = 9,2732154	Différence pour 1″... 110,3
T*c*.	l. sin 14°28′39″,04 = 9,3979400	Différence pour 1″... 81,5
cc. diagonale.	l. sin 15°31′20″,96 = 9,4275129	Différence pour 1″... 75,8
H*a*.	l. sin 20°54′ 18″,58 = 9,5524518	Différence pour 1″... 55,1
ac.	l. sin 22° 14′ 19″,52 = 9,5780280	Différence pour 1″... 51,5
D*b*.	l. sin 26°33′54″, 16 = 9,6505149	Différence pour 1″... 42,1
DH.	l. sin 31°43′ 2″,92 = 9,7207637	Différence pour 1″... 34,0
H*c*.	l. sin 35°15′51″,81 = 9,7614394	Différence pour 1″... 29,8
II. côté de pentagone.	l. sin 41°48′37″, 16 = 9,8239088	Différence pour 1″... 23,6
cc.	l. sin 44°28′39″,04 = 9,8454882	Différence pour 1″... 21,4
T*c*.	l. sin 54°44′ 8″, 19 = 9,9119544	Différence pour 1″... 14,9
DH. apothème } de triangle	l. sin 58°16′57″,08 = 9,9297513	Différence pour 1″... 13,0
DD. côté.... } équilatéral	l. sin 63°26′ 5″,84 = 9,9515450	Différence pour 1″... 10,5

Je serais heureux que les personnes dont mes chiffres auront abrégé le travail voulussent bien me faire connaître les fautes qu'elles auront pu découvrir.

ERRATA.

J'ai constaté, après l'impression, les fautes suivantes dans les données numériques dont se composent les cinq tableaux publiés dans le *Compte rendu* de la séance du 20 juillet dernier (*Comptes rendus*, t. LVII, p. 125 et suivantes).

Page 125, tableau n° **I**,	ligne 3, *au lieu de* (I).................	*lisez* (D).	
Page 126, tableau n° **II**,	ligne 8, *au lieu de* $c =$ 25° 12′ 41″, 79 (I),	*lisez* $c =$ 25° 2′ 41″, 79 (I).	
Page 127, tableau n° **III**,	ligne 8, *au lieu de* O.................	*lisez* E.	
Page 128, tableau n° **IV**,	ligne 3, *au lieu de* $c =$ 16° 29′ 3″, 67 (D),	*lisez* $c =$ 16° 29′ 16″, 33 (D).	
»	ligne 7, *au lieu de* $c =$ 64° 43′ 37″, 61 (D),	*lisez* $c =$ 64° 37′ 30″, 35 (D).	
»	ligne 12, *au lieu de* $c =$ 40° 15′ 31″, 36 (D),	*lisez* $c =$ 40° 15′ 28″, 64 (D).	
»	ligne 18, *au lieu de* $c =$ 116° 10′ 38″, 16 (D),	*lisez* $c =$ 92° 48′ 48″, 83 (D).	
»	ligne 22, *au lieu de* $c =$ 66° 25′ 9″, 16 (D),	*lisez* $c =$ 66° 25′ 19″, 16 (D).	
»	ligne 28, *au lieu de* $c =$ 23° 47′ 1″, 00 (D),	*lisez* $c =$ 21° 57′ 48″, 27 (D).	
Page 129, tableau n° **V**,	ligne 22, *au lieu de* $b =$ 49° 32′ 24″, 50....	*lisez* $b =$ 49° 20′ 24″, 44.	
»	ligne 28, *au lieu de* $c =$ 81° 39′ 13″, 59 (T),	*lisez* $c =$ 34° 16′ 45″, 55 (T).	
»	ligne 36, *après a* Cuba, *ajoutez* (homologue des précédents).		

PALÉONTOLOGIE. — *Sur de nouvelles observations de* MM. Lartet *et* Christy, *relatives à l'existence de l'homme dans le centre de la France à une époque où cette contrée était habitée par le Renne et d'autres animaux qui n'y vivent pas de nos jours; par* **M. Milne Edwards.**

« L'intérêt qu'offrent tous les faits propres à nous éclairer sur les caractères de la Faune des Gaules à l'époque où l'homme commença à habiter cette partie de l'Europe, m'a déterminé à placer sous les yeux de l'Académie quelques-unes des pièces découvertes récemment par MM. Lartet et Christy dans une des nombreuses cavernes ossifères du centre de la France. Ces objets sont remarquables à plus d'un titre, et pour en faire ressortir l'importance, je ne saurais mieux faire que de présenter ici une Lettre qui vient de m'être adressée par le premier de ces explorateurs habiles et zélés.

« Monsieur,

» A l'appui des remarques que vous avez communiquées dans l'une des » dernières séances de l'Académie, au sujet des figures d'animaux gravées » sur os et trouvées dans la caverne de Bruniquel, je viens en mon nom, » et aussi au nom de M. H. Christy, membre de la Société Géologique de » Londres, vous signaler plusieurs autres faits de même nature. Nous nous » bornerons toutefois à mentionner, quant à présent, les découvertes » faites par nous pendant les cinq derniers mois de l'année 1863, dans

» cette partie de l'ancien Périgord qui forme aujourd'hui l'arrondissement » de Sarlat.

» Une des grottes de cette région, celle des Eyzies, commune de Tayac, » nous a montré, dans une brèche recouvrant le sol en plancher continu, » un amalgame d'os fragmentés, de cendres, de débris de charbon, d'éclats » et de lames de silex taillés sur des plans divers, mais toujours dans des » formes définies et souvent répétées, avec une association d'autres outils » et armes travaillés en os ou bois de Renne. Tout cela avait dû être saisi » et consolidé en brèche dans l'état originel du dépôt, et avant tout rema- » niement, puisque des séries de plusieurs vertèbres de Renne et des assem- » blages d'articulations à pièces multiples se trouvent maintenus et con- » servés exactement dans leurs connexions anatomiques; les os longs et » à cavités médullaires sont seuls détachés et fendus ou cassés dans un » plan uniforme, c'est-à-dire évidemment à l'intention d'en extraire la » moelle. Ce que nous avançons peut d'ailleurs être constaté par tous » les observateurs compétents, car nous avons pris soin de faire extraire » cette brèche par grandes plaques, et, après avoir déposé les plus beaux » spécimens au musée de Périgueux et dans les collections du Jardin des » Plantes, à Paris, nous en avons adressé à divers musées de France et de » l'étranger des blocs assez considérables pour que l'on y puisse vérifier » l'exactitude des observations que nous consignons ici.

» Cette grotte des Eyzies, dont l'ouverture se trouve à 35 mètres au-dessus » du niveau du cours d'eau le plus voisin, la *Beune*, renfermait aussi beau- » coup de cailloux et de fragments de roches étrangères au bassin de cette » petite rivière, et qui ont dû y être introduits par l'homme. Quelques-uns » de ces cailloux assez volumineux, principalement ceux de granite, sont » aplatis dans un sens, arrondis dans leur contour et creusés en dessus » d'une cavité plus ou moins profonde, laquelle porte des traces d'un frot- » tement répété.

» Il y avait aussi dans la grotte des Eyzies de nombreux fragments d'une » roche schistoïde assez dure, et, sur deux plaques de cette roche, nous » avons pu discerner des représentations partielles de formes animales » gravées en profil. Ce sont, nous le supposons, les premiers exemples » observés de la gravure sur pierre, dans cette phase ancienne de la pé- » riode humaine où le Renne habitait encore les régions tempérées de » notre Europe actuelle (1).

---

(1) Des figures d'animaux, datant de cette même époque, ont été reproduites par l'un

» Sur l'une de ces plaques, qui nous est parvenue incomplète par suite » d'une cassure ancienne, on peut distinguer l'avant-train d'un Quadru- » pède, probablement herbivore et dont la tête aurait été armée de » cornes, autant du moins qu'on en peut juger par des lignes de gravure » indécises et peu pénétrantes dans cette roche relativement assez dure.

» Dans l'autre plaque, on reconnaît plus facilement une tête à naseaux » nettement accusés, à bouche entr'ouverte, mais dont les lignes de profil » se trouvent interrompues dans la région frontale, par une sorte d'oblité- » ration résultant d'un frottement en apparence artificiel et postérieur au » travail de la gravure. A côté et un peu en avant, sur la même plaque, on » distingue le dessin d'une grande palme qui, si elle se rattache en réalité » à cette tête, nous conduirait, comme vous l'avez le premier suggéré, a » la rapporter à l'Élan.

» Outre les dépôts ossifères de l'intérieur des cavernes, qui sont si nom- » breux dans le Périgord, on peut aussi y étudier des accumulations ana- » logues de débris organiques qui sont adossés aux grands escarpements » des calcaires crétacés de cette région, et quelquefois simplement abrités » par des saillies du rocher en surplomb plus ou moins avancé. Ces dépôts » extérieurs abondent également en silex taillés et en ossements concassés » d'animaux (Cheval, Bœuf, Bouquetin, Chamois, Renne, Oiseaux, Pois- » sons, etc.) qui ont évidemment servi à l'alimentation des peuplades in- » digènes dans cette période ancienne de l'âge de la pierre. Les restes du » Cerf commun y sont très-rares, aussi bien que ceux du Sanglier et du » Lièvre. Nous y avons trouvé quelques dents isolées du Cerf gigantesque » d'Irlande (*Megaceros hibernicus*) et des lames détachées de molaires d'É- » léphant (*E. primigenius*), absolument comme nous en avions observé » dans le foyer des repas funéraires de la sépulture ancienne d'Aurignac, » sans pouvoir non plus expliquer pour quelle destination usuelle étaient » destinées ces lames dentaires ainsi isolées (1).

---

de nous, en 1861 (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, Zoologie, t. XV, pl. 13); mais l'une de ces figures, très-reconnaissable comme tête d'Ours, est gravée sur bois de Cerf. L'autre est également gravée sur un os de Ruminant; elle représente deux animaux entiers que l'on a cru pouvoir rapprocher du Renne. Ce dernier morceau, qui provient de la grotte de Chaffaut, commune de Savigné (Vienne), a été déposé au Musée de Cluny, par M. Mérimée, au nom de M. Joli Le Terme, architecte à Saumur. Il est accompagné de silex taillés et d'os de Renne de la même provenance.

(1) Ceci nous rappelle que dans la grotte des Eyzies, nous avons trouvé une portion d'enveloppe corticale d'une défense d'Éléphant portant des traces de travail humain; nous y

» C'est aussi dans ces stations extérieures que nous avons recueilli les » plus beaux silex taillés, particulièrement à celle de Laugerie-Haute où » semblait établie une fabrique de ces belles têtes de lances taillées à petits » éclats sur deux faces, et à bords légèrement ondulés. Mais nous n'y » avons probablement retrouvé que les rebuts de cette fabrication, car peu » de pièces se sont montrées entières sur plus d'une centaine de fragments » que nous en avons retirés.

» A Laugerie-Basse, un demi-kilomètre en aval, et toujours sur les bords » de la Vezère, il y avait probablement une autre fabrique d'armes et ou- » tils en bois de Renne, à en juger par l'énorme quantité de restes de cornes » de cet animal qui s'y trouvaient accumulés et qui, presque toutes, » portent des traces d'un sciage au moyen duquel on en détachait les » pièces destinées à être mises en œuvre. C'est là surtout que nous avons » pu nous procurer, outre des flèches et des harpons barbelés qui se re- » trouvent dans presque toutes les stations de cet âge, cette grande variété » d'ustensiles qui seront mis sous les yeux de l'Académie, et dont quel- » ques-uns sont ornés de sculptures élégantes et d'un travail véritablement » étonnant eu égard aux moyens d'exécution que pouvaient avoir ces peu- » plades dépourvues de l'usage des métaux. On y remarquera ces aiguilles » en bois de Renne, finement apointies par un bout et percées à l'autre » extrémité d'un trou ou chas destiné à recevoir un fil de nature quel- » conque.

» Il y a aussi des outils relevés à leur extrémité de crans émoussés qui » laisseraient soupçonner leur emploi pour la fabrication des filets (?)... Des » dents de divers animaux (Loup, Bœuf), percées dans leur racine, ont dû » servir d'ornement, ainsi que d'autres objets façonnés en pendeloques, » quelquefois avec la partie éburnée des os de l'oreille du Cheval ou du » Bœuf.

» Un autre objet, déjà trouvé par l'un de nous dans la sépulture d'Auri- » gnac et sur lequel il avait cru devoir garder le silence, par défiance de la » valeur d'une observation encore unique, s'est représenté aux deux sta- » tions de Laugerie et à celle des Eyzies. C'est une première phalange creuse » chez certains herbivores ruminants, et qui se trouve percée artificielle-

---

avons aussi recueilli un métacarpien du petit doigt d'un jeune Félis de grande taille [*Felis spelæa* (?)] où se voient de petites entailles et de nombreuses rayures produites par un outil tranchant, absolument comme celles que l'on remarque sur les os de Renne ou de Cheval mangés par l'homme.

» ment en dessous, un peu en avant de son articulation métacarpienne
» ou métatarsienne ; en plaçant la lèvre inférieure dans la cavité articulaire
» postérieure et en soufflant ensuite dans le trou, on obtient un son aigu
» analogue à celui que produit une clef forée de moyen calibre. C'était, on
» n'en peut douter, un sifflet d'appel d'emploi usuel sans doute chez ces
» peuplades de chasseurs, car, jusqu'à présent, nous en avons observé
» quatre exemplaires dont trois sont faits avec des phalanges de Renne et
» le quatrième avec une phalange de Chamois.

» C'est encore à Laugerie-Basse que, grâce à la surveillance intelligente et
» aux précautions minutieuses de M. A. Laganne, chargé de la direction
» de nos fouilles, nous avons obtenu plusieurs parties de bois de Renne
» qui, malgré leur altération de vétusté, conservent encore, en tout ou en
» partie, des représentations très-distinctes de formes animales. Quelques-
» unes sont simplement gravées au trait sur la palmature ou expansion ter-
» minale des prolongements frontaux du Renne, d'autres sont véritable-
» ment sculptées, soit en bas-relief, soit même en ronde bosse ou plein
» relief, sur des tiges ou portions de merrain du même animal préparées à
» cet effet.

» L'une de ces palmes, dont la troncature ancienne a fait disparaître une
» partie du dessin, nous donne encore les contours exacts et tracés d'une
» main sûre, de l'arrière-train d'un grand herbivore. La gracilité de la
» queue, le peu de flexion des jarrets, et surtout la position très-avancée de
» l'indication du sexe mâle ne permettent pas d'y reconnaître un Cheval,
» on y retrouverait mieux des formes bovines, et le brusque relèvement de
» la ligne du dos en approchant du garrot semblerait devoir nous con-
» duire à l'Aurochs (?)... Malheureusement l'interruption du dessin par la
» fracture du morceau, se rencontre juste au point où devrait commencer
» la villosité touffue ou crinière caractéristique des espèces du sous-genre
» *Bison*.

» Dans une seconde palme plus dilatée, nous retrouvons une autre
» forme évidemment bovine, à en juger par les jarrets et les ergots placés
» en arrière du sabot bisulqué. Ici, la queue plus grosse, la ligne du dos en
» prolongement plus horizontal et un fanon lisse et pendant entre les
» jambes antérieures accusent des tendances plus prochaines vers le Bœuf
» proprement dit [*Bos primigenius* (?)]; une fracture a fait encore disparaître
» la région de la tête où s'attachaient les cornes, et l'artiste, pour utiliser
» les divisions de l'empaumure, a dû donner à l'animal une attitude tour-
» mentée qui nuit à l'effet général du dessin.

» Une troisième palme, où le dessin en gravure est conservé à peu près » intégralement, nous montre un animal dont la tête est armée de deux » cornes montant d'abord verticalement et se courbant ensuite en arrière » vers leur pointe; derrière ces cornes, on aperçoit une indication peu » accusée des oreilles, et sous le menton celle d'une touffe de poils ou » d'une barbe, particularités qui nous ramèneraient assez bien vers un » Bouquetin femelle, si elles ne se trouvaient contrariées par un chanfrein » sensiblement busqué et un renflement de l'encolure derrière les oreilles » qui sembleraient démentir ce rapprochement. Dans cette figure encore, » le dessinateur a, sans nécessité apparente, replié les extrémités posté- » rieures sous le ventre de l'animal, de façon à ce que ses sabots nettement » bisulqués touchent à l'abdomen.

» Parmi les pièces sculptées provenant de cette même localité de Lau- » gerie-Basse, nous citerons une tige ou hampe arrondie, faite du mer- » rain d'un bois de Renne et terminée, par un bout, en pointe de lance » avec un crochet latéral récurrent; était-ce un outil, une arme ou un » signe d'autorité? Nous ne saurions le dire. Immédiatement au-dessus » du crochet on aperçoit sculptée en demi-relief, sur trois de ses faces, » une tête de Cheval à oreilles couchées et un peu longues pour l'espèce, » mais pas assez pour que l'on puisse faire l'attribution de cette figure à » l'Ane. En avant, toujours sur la continuité de la hampe, on rencontre » une seconde tête à museau effilé et armée de cornes à ramures. Les » andouillers basilaires sont sculptés en avant sur le prolongement hori- » zontal de la hampe, tandis que le merrain et l'empaumure sont rejetés » en direction inverse, en arrière; la forme effilée de la tête, où l'on ne » trouve pas l'indication d'un mufle, la dilatation apparente de l'un des » andouillers basilaires et la physionomie d'ensemble de cette figure » porteraient à l'attribuer au Renne plutôt qu'au Cerf élaphe. En avant du » museau de cette tête, on trouve encore une autre figure simplement gra- » vée au trait, et que l'on pourrait assez bien accepter comme une forme » de Poisson.

» Il y a un autre morceau capital où le sentiment de l'art se révèle sur- » tout par l'habileté qu'a mise l'artiste à plier des formes animales, sans » trop les violenter, aux nécessités d'une destination usuelle. C'est un poi- » gnard ou courte épée en bois de Renne et dont la poignée tout entière » est formée par le corps d'un animal : les jambes de derrière sont couchées » dans la direction de la lame; celles de devant sont repliées sans efforts » sous le ventre; la tête, qui a son museau relevé en haut, forme avec le dos

» et la croupe une concavité destinée à faciliter l'empoignement de cette » arme par une main nécessairement beaucoup plus petite que celles de nos » races européennes.... La tête est armée de cornes ramées qui se trouvent » accolées aux côtés de l'encolure sans gêner nullement la préhension; » mais les andouillers basilaires ont dû être supprimés. L'oreille est plus » petite que celle du Cerf et, dans sa position, plus en rapport aussi avec » celle du Renne; enfin l'artiste a laissé subsister, sous l'encolure, une » saillie en lame mince et déchiquetée sur son bord, qui simule assez bien » la touffe de poils que l'on retrouve souvent dans cet endroit chez le Renne » mâle. Il est regrettable que ce morceau nous soit arrivé à l'état de simple » ébauche, comme on peut en juger par le travail de la lame non terminée » et par certains détails de sculpture à peine indiqués.

» Maintenant, s'il fallait ajouter de nouvelles évidences à celles déjà four- » nies pour la preuve de la contemporanéité de l'homme et du Renne dans » ces régions devenues notre France centrale et méridionale, nous pour- » rions mentionner des bois assez nombreux de cet animal à la base des- » quels on distingue des entailles faites en en détachant la peau. Nous appel- » lerions aussi l'attention sur d'autres coupures ou entailles transverses que » l'on remarque fréquemment au bas des canons de nos Rennes des cavernes » et qui ont été produites par la section des tendons opérée, comme le font » encore de nos jours les Esquimaux, à l'intention de fendre ces tendons » et de les diviser en fils qui servent à coudre les peaux d'animaux et aussi » à tresser des cordes d'une grande solidité.

» Enfin nous pourrions encore montrer une vertèbre lombaire de Renne, » percée de part en part par une arme en silex qui est restée engagée dans » l'os où elle est d'ailleurs retenue par une incrustation calcaire.

» Après cela, comme circonstances archéologiques propres à caractériser » la période du Renne en France, nous nous bornons à mentionner celle-ci : » c'est que sur dix-sept stations où nous avons relevé la présence de cet » animal dans un état de sujétion à l'action humaine, il n'en est pas une où » nous ayons observé des traces de polissage sur les armes de pierre; et, » cependant, c'est par plusieurs milliers que nous y avons recueilli des silex » taillés dans toutes les variétés de types et passant par tous les degrés de » perfectionnement du travail, depuis la forme grossièrement ébauchée des » haches du *diluvium* d'Abbeville et de Saint-Acheul, jusqu'aux têtes de » lances à facettes multipliées et à bords élégamment festonnés des plus » beaux temps de l'âge de la pierre en Danemark.

» Quant à l'époque où le Renne aurait cessé d'habiter notre Europe » tempérée, nous n'aurions sur ce point aucune donnée historique ou de » chronologie positive. Le Renne n'a été vu ni clairement décrit par aucun » auteur de l'antiquité. César en a parlé seulement par ouï-dire, et comme » d'un animal existant encore quelque part, dans une forêt dont on n'avait » pu atteindre les limites extrêmes, même après une marche de 60 jours. » Nous n'avons point reconnu le Renne parmi les animaux figurés sur les » anciennes monnaies de la Gaule. Nous n'avons pas trouvé ses ossements » dans les dolmens et autres sépultures dites celtiques, où se trouvent fré- » quemment associés des restes d'animaux sauvages et domestiques, et où » nous avons même pu observer par deux fois, aux environs de Paris, » des ossements de Castor. Le Renne n'a pas, que nous sachions, été en- » core retrouvé dans les tourbières de la France. MM. Garrigou et H. Filhol » ne l'ont pas non plus signalé dans certaines cavernes de l'Ariége, qu'ils » ont justement assimilées, par leurs caractères zoologiques et aussi par » la présence des instruments en pierre polie, aux plus anciennes habita- » tions lacustres de la Suisse. On sait que le Renne manque aussi jusqu'à » présent dans la faune de ces pilotis lacustres, et cependant nous avons pu » étudier ses restes, provenant d'une caverne du voisinage, celle du Mont- » Salève, où l'association des silex simplement taillés et des mammifères » afférents à la même période, s'est montrée dans les mêmes conditions que » dans nos grottes du Périgord.

» Ainsi, que la disparition du Renne de notre Europe tempérée soit le » résultat de l'extinction régionale de cette espèce ou bien de son refoule- » ment par le développement progressif des sociétés humaines, ou bien en- » core, si l'on veut, de sa récession graduelle et spontanée par suite de » changement dans les conditions climatériques, il n'en est pas moins pro- » bable que cette disparition remonte à une phase des temps préhistoriques » antérieure à l'introduction des races domestiques et à l'emploi des métaux » dans notre Europe occidentale. »

» L'Académie remarquera que, dans la Lettre de MM. Lartet et Christy, ainsi que dans la communication que j'ai eu l'honneur de faire dernièrement au sujet de la caverne de Bruniquel, il n'a pas été fait mention des ossements humains trouvés tant dans cette dernière localité que dans la grotte des Eyzies. Cette réserve tient à ce que l'époque de l'enfouissement de ces débris nous semble pouvoir être moins ancienne que celle dont date l'amoncellement des os de Renne et d'instruments en silex ou en os travaillés. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note sur de nouvelles preuves de l'existence de l'homme dans le centre de la France à une époque où s'y trouvaient aussi divers animaux qui de nos jours n'habitent pas cette contrée;* par **M. DE VIBRAYE.**

« L'histoire de l'homme à son berceau présente encore des obscurités qu'il est urgent de s'appliquer à faire disparaître; j'estime donc aujourd'hui servir les intérêts de la science en communiquant brièvement quelques-unes des observations que de nombreux voyages, entrepris dans le cours de l'année 1863, m'ont permis de réunir en explorant les cavernes, les brèches osseuses et les terrains de transport.

» Je répéterai, comme je l'exprimais à la Société Géologique de France en 1860, que mon témoignage ne saurait être suspect, ayant partagé les doutes à l'endroit de la coexistence de l'homme et des animaux, les uns de races éteintes, les autres ayant opéré leur migration vers d'autres points du globe à la suite probable d'une modification dans les climats et les milieux ambiants, modification dont la cause est encore indéterminée.

» J'ai cru devoir étendre mes recherches aux monuments appartenant à cet âge qu'on est convenu de qualifier d'ère celtique. Je n'entreprendrai pas de décrire ici les instruments de silex et les poteries que j'ai pu recueillir, il me suffit d'appeler l'attention sur les obscurités de cette époque. En présence des incertitudes qui nous entravent, il est utile, ce me semble, de favoriser les comparaisons et de préparer un classement en quelque sorte chronologique de l'âge de pierre.

» Dans l'opinion du plus grand nombre le moment n'est pas encore venu d'attribuer sans critique aux premiers âges de l'homme certains instruments polis rencontrés à côtés de silex ouvrés d'un travail plus rudimentaire. Les sables diluviens nous en offriraient-ils des exemples, aussi bien que les monuments réputés celtiques? Ce que je puis affirmer, c'est que la couche des cavernes caractérisée par la présence de nombreux ossements de Renne incisés, fracturés ou même ouvragés, m'a procuré :

» 1° Dans la grotte des Fées (Arcy-sur-Cure, Yonne) une hache ou plutôt un casse-tête en roche amphibolique dont l'ère celtique ne répudierait pas le travail; d'autre part un calcaire saccharoïde évidemment usé par le frottement.

» 2° Les gisements ou stations de Tayac et de Tursac (Dordogne) ont fourni dans les mêmes conditions des granites *équarris* ou arrondis sur les bords, évidés au centre, ayant eu sans doute pour destination de broyer les

grains. En présence de ces faits avérés, le plus sage est de ne pas consentir à l'élimination systématique de ces objets, des couches réputées diluviennes, et pour ma part je ne puis rejeter *à priori* l'hypothèse de leur antiquité.

» Mais avant de se prononcer il faudra recourir à l'étude stratigraphique des cavernes, des brèches osseuses, et de tous les terrains de transport; puissant moyen de contrôle que peut-être on a trop souvent négligé.

» J'ai comme tant d'autres exploré la vallée de la Somme; c'était un point de départ, mais il fallait aller à la recherche de faits nouveaux et régulariser les observations dans quelques localités explorées trop superficiellement.

» Le département de Loir-et-Cher a fourni sur un grand nombre de points des instruments de silex : *nuclei*, couteaux, hachettes, pointes de lances, boules ou rognons ayant fait l'office de marteaux pour obtenir des éclats. Ces différents *outils* se retrouvent dans le sous-sol, ou bien à la surface lorsqu'ils y ont été ramenés par les travaux de la culture. Ils accompagnent invariablement le diluvium qui se développe généralement en Sologne sur les plateaux, et se rencontrent toujours aux points où les formations géologiques sous-jacentes affleurent : ici les sables ou les grés faluniens; sur d'autres points le calcaire lacustre supérieur du système de la Beauce, ailleurs encore les assises crétacées.

» Le 19 juillet, notre collègue, M. de Verneuil, me fit observer les mêmes faits au Moulin-de-César, près de Sacy-le-Grand, à 110 mètres au-dessus du niveau de l'Oise. Un *diluvium* recouvre les argiles à lignites du Soissonnais. Ici les éclats de silex jonchent le sol; plusieurs d'entre eux sont caractérisés par un travail de retouche assez finement exécuté. Comme partout ailleurs, sans en excepter les bords de la Somme et les cavernes, des traces d'un polissage naturel sur les silex me semblent mériter un scrupuleux examen. Devra-t-on les attribuer à la pression des blocs entraînés par les courants? Le fait est général et réclame une explication.

» L'étude la plus utile à faire est d'établir une corrélation entre les silex et les débris d'animaux qui les accompagnent lorsque les agents destructeurs, notamment l'action dissolvante de l'acide carbonique sur les ossements, a permis de retrouver les traces des faunes de l'ancien monde. C'est ainsi qu'à Vallières (Loir-et-Cher), dans une grotte à peu près épuisée, aussi bien que dans une brèche osseuse qui la circonscrit en s'infiltrant dans les fissures des roches crétacées, on a trouvé des ossements d'*Hyæna spelæa, Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus megaceros*, *Bos primigenius*, *Equus*

adamiticus, etc., accompagnés de hachettes analogues aux spécimens recueillis dans la vallée de la Somme (1).

» Trois fois dans le cours de l'année 1863 j'ai fait porter mes investigations sur les départements de la Dordogne et de la Charente, à Bourdeilles, Tayac et Tursac, dans le premier de ces départements; à la Combe-de-Rolland, la Roche-Andry, Montgaudier, la Chaise, dans le département de la Charente.

» Dans la plupart de ces localités on peut constater l'existence de foyers où, sur des assises de formations calcaires (oolitiques ou crétacées), ont été déposées, comme pouvant mieux résister à l'action de la chaleur, des roches cristallines étrangères au pays.

» Sur ces foyers on retrouve mélangés aux cendres et débris de charbons, soit même empâtés dans une brèche assez résistante, des milliers d'instruments de silex et une multitude d'objets en os travaillés : aiguilles d'une grande finesse artistement perforées; des poinçons; des hameçons; des flèches barbelées; des cuillers ayant pu servir en raison de leur forme à l'extraction de la moelle; des poignards fabriqués avec des bois de Renne; des ornements par *intailles* ou ménagés en relief sur les ossements. Bien plus encore; la représentation d'animaux dessinés à la pointe sur des fragments de bois et des mâchoires de Renne : la représentation du Cerf et de la Biche; du Cheval et du Bœuf, d'une Loutre ou d'un Castor (2); d'un animal à crinière épaisse dont la tête manque, et enfin de plusieurs Oiseaux et Poissons. Une tête de Renne fait saillie sur le manche d'un poignard; c'est ainsi que nous retrouvons les tentatives rudimentaires de la sculpture, j'oserais même ajouter de la statuaire! Les fouilles de Tayac m'ont procuré quelques fragments de molaires et de défenses d'Éléphant, et je crois devoir attribuer à la dépouille de ce Proboscidien la reproduction d'un type humain : la statuette d'une femme.

» Deux observateurs des plus autorisés devront sans doute entretenir le monde savant de leurs fructueuses découvertes. Je n'anticiperai pas sur les précieuses communications de M. Christy, de Londres, et de M. Lartet, le guide si gracieux de mes premières études paléontologiques, le maître que

---

(1) Je crois devoir faire observer ici que les *couteaux* de silex de Vallières sont plus achevés, mieux retouchés que ceux qui, dans la couche inférieure de la grotte d'Arcy, viennent s'associer à la faune des races éteintes.

(2) Laugerie-Basse, commune de Tayac, à quelques centaines de mètres du foyer, a fourni deux os de Castor, un métatarsien et la partie supérieure d'un cubitus.

je consulterai toujours dans les cas si nombreux où la prudence aura réclamé de ma part une hésitation.

» Si l'existence des foyers sur un assez grand nombre de points, mais le plus souvent dans le fond des vallées, comme aux abords des cours d'eaux, et la révélation d'une civilisation qu'on aurait tort de qualifier encore aujourd'hui de rudimentaire, devait servir d'objection à l'antiquité *relative* de ces premiers habitants du globe, je répondrais que les silex ouvrés, fendillés sous l'influence du feu, se rencontrent dans les sables des plateaux, mais les objets qui les accompagnaient sans doute ont été dispersés, entraînés par les eaux. La matière siliceuse a pu seule résister aux grands courants sous le double bénéfice de sa pesanteur spécifique et de son incorruptibilité, lorsque les matières osseuses et gélatineuses ont disparu, comme je l'indiquai plus haut, sous l'influence délétère des agents atmosphériques. Mais, d'autre part, il faut interroger la faune de ces foyers; elle est identique avec celles des brèches osseuses qui les environnent et les recouvrent : le Renne, l'Aurochs, le Bœuf et le Cheval associent leurs débris à de nombreux silex d'un travail assez achevé sur un certin nombre de points, pour être comparés à des instruments de même nature attribués à l'ère celtique. C'est notamment à la Combe-de-Rolland, près d'Angoulême; à Bourdeilles (grotte de l'Ane et Fourneau-du-Diable) que se rencontrent les plus beaux types. Dans les communes de Tayac et Tursac les instruments sont moins parfaits, mais en revanche les ossements utilisés abondent (1). Le foyer du Roc-Coutteux à Bourdeilles, les grottes de la Chaise et de Montgaudier, près Montbron (Charente), ont procuré des spécimens analogues, mais en plus petit nombre.

» A Bourdeilles les silex ouvrés se rencontrent dans la vallée, mais on les retrouve encore à toutes les hauteurs et dans les brèches (2). Sans doute ils furent entraînés par l'impétuosité des courants, ceux-là même qui ont corrodé les roches, non-seulement dans les parties déclives des vallées d'érosion, mais jusqu'au sommet des plateaux.

» Si l'on était tenté d'attribuer à quelques remaniements le dépôt de la grotte de l'Ane à Bourdeilles, je ferais observer que les sédiments calcaires se retrouvent jusque dans la partie supérieure de cette grotte et qu'ils em-

---

(1) Outils, armes ou dessins, 252; bois de Renne entaillés ou sciés, 260; bois de Cerfs dans les mêmes conditions, 9.

(2) L'exploration de cette brèche a fait découvrir une molaire humaine que j'ai pu extraire de mes propres mains.

pâtent les silex finement travaillés que je mentionnai plus haut. On doit admettre, d'autre part, que pour avoir été précipités par une fissure dont on peut constater la présence à son sommet, les animaux tels que le Renne, le Loup, etc., ont dû peupler le sol à des niveaux plus élevés.

» Sur quelques points de ces stations humaines, de ces foyers, on retrouve les dépouilles d'animaux appartenant aux races éteintes; à Montgaudier, quelques rares débris d'*Hyæna spelæa;* à la Chaise, le *Rhinoceros tichorhinus;* dans le foyer de Laugerie, l'Éléphant est représenté par quelques fragments de molaires et un certain nombre d'instruments. Déjà, les années précédentes, j'avais recueilli dans la grotte des Fées des molaires d'*Elephas primigenius* et des objets en ivoire travaillé, qu'une idée préconçue me faisait éliminer trop arbitrairement de la couche moyenne, plus ou moins légitimement qualifiée de diluvium rouge ou supérieur.

» L'an dernier j'ai cru devoir explorer plus scrupuleusement encore la grotte des Fées (Arcy-sur-Cure). Le point capital était d'établir incontestablement la coexistence de l'homme, des races éteintes et des espèces ayant opéré leur migration vers le Nord. Mes dernières fouilles m'ont apporté la confirmation du premier de ces deux faits.

» Lorsque je débutais en 1858, j'avais, comme tous les explorateurs inexpérimentés, procédé par voie de tâtonnement, et je m'étais vu contraint, en présence d'obscurités nombreuses, de suspendre mon jugement. Le moyen le plus efficace de faire disparaître les causes d'hésitation était d'explorer successivement la superposition des couches et notamment, pour étudier le diluvium inférieur, d'épuiser les couches supérieures. C'est dans ces conditions, et lorsque la couche intermédiaire (*diluvium rouge*) avait entièrement disparu, qu'un intelligent et savant collaborateur, M. Franchet, qui m'accompagnait aux grottes, retira de ses propres mains, à la base de la couche inférieure et presque sur le rocher même, un atlas humain s'associant à de nombreux ossements d'Ours et d'Hyène des cavernes. Le *facies* de cette dépouille humaine, à défaut même du gisement, servirait à dénoter sa provenance. Voici le cinquième exemple en six années d'ossements humains retirés de cette couche inférieure et recueillis sur des points éloignés, mais *toujours* en relation directe avec les races éteintes et dans les mêmes conditions d'enfouissement, sans aucune trace d'un remaniement postérieur.

» Le plafond de la grotte des Fées s'est écroulé sur un certain nombre de points et sépare l'assise inférieure de la couche moyenne. Après avoir soulevé péniblement au moyen de pinces en fer les dalles appartenant à

l'oolite inférieure et parfois au coral-rag, les fouilles changent de nature, et ce n'est plus avec le Renne, mais avec l'Ours et l'Hyène, l'Éléphant et le Rhinocéros, que j'ai moi-même extrait de cette assise inférieure les silex ouvrés et les os fracturés que les ouvriers ne pouvaient découvrir au milieu des matières argileuses humides et grasses qui empâtent les silex et les ossements.

» En présence de ces assises que partage un éboulement, je me suis demandé si l'on pouvait séparer chronologiquement les deux étages? La superposition des couches en cette occurrence appartient-elle à l'ordre géologique? L'existence de cendres et de charbon, des ossements travaillés et les silex ouvrés accumulés en si grand nombre dans la couche supérieure, aussi bien que la rareté des ossements intacts, ne semblent-elles point dénoter ici l'intervention toute exclusive de l'homme pour la formation de ces dépôts, comme les kjœkkenmœddinger de la Norvége et certaines accumulations de débris accompagnant les stations lacustres? Jusqu'au jour où les races éteintes avaient semblé circonscrites dans la couche inférieure, on aurait pu repousser absolument cette hypothèse : mais si d'une part les races encore existantes, bien qu'ayant opéré leur migration, se trouvent appartenir aux deux étages; si, d'autre part, les dépouilles des races éteintes viennent s'associer aux espèces encore existantes au sein des ateliers de l'industrie primitive de l'homme, que penser de cette double association?

» En tous cas, la couche artificielle, soit même naturelle, où les ossements de Renne abondent, où se rencontrent les foyers, a précédé l'une des perturbations du globe, témoin la présence des nombreux débris anguleux des roches environnantes et les cailloux roulés empruntés aux roches cristallines, empâtés pêle-mêle dans une brèche avec les instruments de silex et les ossements travaillés. Cette couche est bien différente, soit dit en passant, des stations lacustres où les débris animaux appartiennent sans exception à la faune moderne et locale qu'aucune révolution du globe n'autorise à séparer de notre époque.

» Je dois signaler ici la découverte de métaux bruts associés aux ossements des cavernes.

» Le fait négatif de leur absence au sein des couches diluviennes avait fait admettre *à priori* que les hommes de ces temps reculés en ignoraient complétement l'usage, lorsqu'ils n'étaient peut-être que dépourvus des moyens d'utilisation, tout en ayant conservé la notion traditionnelle de

leur valeur (1). J'ai recueilli dans la couche inférieure des grottes d'Arcy (couche de l'*Ursus spelæus*) un rognon de fer hydraté géodique (œtite) analogue à un échantillon de même nature que m'a procuré la fouille d'un dolmen à la Birochère, près de Pornic (Loire-Inférieure); la même couche recélait en outre une substance que je crois pouvoir attribuer au peroxyde de manganèse. Deux échantillons analogues proviennent du Fourneau-du-Diable à Bourdeilles (couche du Renne). Enfin le foyer de Laugerie (commune de Tayac) m'a rendu possesseur d'une petite masse de cuivre, recouverte presque en entier d'un enduit de cuivre carbonaté vert, et de cristaux cubiques de protoxyde de cuivre. Le *facies* de ce minéral, que je crois pourtant naturel, est analogue à celui de *fibules* gallo-romaines en bronze, renfermant dans une cavité de semblables cristaux de cuivre oxydulés. Sans nul doute les peuplades primitives ont eu des relations lointaines, témoin les débris de coquilles marines retrouvées parmi les objets travaillés; à Bourdeilles les genres *Patella* et *Dentalium;* à Montgaudier, *Buccinum* et *Dentalium ;* aux Eyzies, le genre *Cassis*. C'est ainsi que M. Lartet avait découvert, à Aurignac, certains disques perforés, empruntés à des valves de *Cardium*. De semblables disques provenant de la fouille d'un dolmen, à 6 kilomètres de Mende, font partie de ma collection.

» Je ne veux pas terminer cet exposé sans mentionner la présence d'éclats de quartz hyalin, parmi les instruments de silex accompagnant les ossements travaillés. J'ai recueilli le premier échantillon dans la couche inférieure des grottes d'Arcy (1862). Le même fait s'est reproduit en 1863 à Montgaudier, puis ultérieurement aux Eyzies. Ce dernier fragment de cristal de roche, légèrement enfumé, semble retouché sur les bords (2).

» Pour ajouter un nouveau fait à mes propres observations, je mentionnerai les intéressantes recherches d'une double génération de savants. En explorant les bords de la Charente, MM. de Rochebrune, père et fils, ont pu soustraire au vandalisme des ouvriers de magnifiques molaires d'*Elephas antiquus* accompagnées de molaires d'*Elephas primigenius,* d'un remarquable fragment de défense et de quelques os des membres, malheureusement en

---

(1) Les peuplades qui, sans doute, afin de les suspendre en guise d'ornement ou d'amulette, perforaient les bois de Renne (Tayac et Tursac), les incisives du Cheval et du Bœuf; les canines de Loup, de Renne (Tayac); d'*Ursus arctos* (Arcy); d'*Ursus spelæus* (Aurignac), pouvaient bien attribuer également aux métaux quelque vertu curative ou même surnaturelle.

(2) Des éclats de cette nature appartiennent aux stations lacustres de la Suisse.

trop petit nombre. Sur l'un de ces derniers on reconnaît la trace la plus évidente d'une incision. Parmi les cailloux roulés et les débris de roches cristallines accompagnant ces ossements, j'ai constaté la présence d'un instrument de silex d'un travail assez achevé (1).

» En résumé, trois faits principaux, fruits de longues et persévérantes recherches, appartenant à un grand nombre d'observateurs, viennent aujourd'hui se contrôler et se grouper : l'homme des premiers âges se dévoile par ses œuvres; l'homme s'associe par sa dépouille aux races éteintes; l'homme enfin se fait révélateur de sa propre existence en reproduisant lui-même son image.

» Longtemps on avait prétendu nier l'intervention de l'homme dans les ébauches des premiers instruments de pierre : plus tard on s'efforça d'atténuer la valeur des fractures intentionnelles et des incisions observées sur un si grand nombre d'ossements appartenant aux genres Cheval, Bœuf ou Renne. Mais aujourd'hui les ossements se convertissent en instruments nombreux; des figures d'animaux se trouvent reproduites sur leur propre dépouille; le Renne vivant a servi de modèle à la sculpture d'un manche de poignard engagé dans une brèche osseuse (Laugerie-Basse).

» Bien plus encore, la statuaire des premiers âges a reproduit l'espèce humaine dans une sorte d'idole impudique dont la matière appartient à la dépouille d'un Éléphant.

» Je me suis efforcé de retracer ici les faits les plus concluants : à mes yeux la cause est entendue. Je veux toutefois poser une dernière question, que plus haut j'ai laissé pressentir. Doit-on séparer l'époque du Renne, que je prends ici comme type de la migration des espèces, de la faune des races éteintes à laquelle d'autre part le Renne se retrouve associé? Dans la double hypothèse de l'association ou de la superposition des faunes, l'homme se révèle par sa présence ou par ses œuvres. Un avenir prochain nous apprendra la plus ou moins intime corrélation de ces deux étages. C'est à mon sens aujourd'hui l'unique obscurité véritablement sérieuse de cette intéressante question. »

---

(1) Ce fait confirmerait la découverte d'incisions observées par M. Desnoyers sur des ossements d'*Elephas meridionalis* et autres espèces recueillis à Saint-Prest : indice le plus ancien jusqu'à ce jour de la contemporanéité de l'homme et des espèces éteintes.

MÉMOIRES LUS.

M. E. George lit la première partie d'un travail intitulé : « Étude sur quelques nouveaux anesthésiques. »

Cette première partie, se composant surtout de considérations générales et de renseignements historiques sur les substances essayées jusqu'à ce jour, est peu susceptible d'analyse. Quand l'auteur, poursuivant ses communications, fera connaître les résultats de ses propres expériences, nous aurons occasion d'y revenir.

(Commissaires, MM. Chevreul, Pelouze, Bernard.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur les conditions d'équilibre de l'atmosphère terrestre; par* M. A. Duponchel. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Becquerel, Liouville, Piobert.)

« Les couches successives de l'atmosphère terrestre se maintiennent en équilibre sous l'action combinée de la pesanteur qui les sollicite à descendre et de la force vive ascensionnelle résultant de la différence de température qui tend à les faire monter.

» Désignant par :

k, l'équivalent mécanique de la chaleur;

γ, le coefficient de chaleur spécifique absolue de l'air, indépendamment de tout effet mécanique produit dans les expériences ordinaires;

a, la température à la surface du sol;

y et θ, la distance à cette même surface et la température variable d'une couche quelconque;

» La force vive ascensionnelle due à l'action de la pesanteur d'une molécule quelconque de masse dm, aura pour expression analytique $2gk\gamma d\theta dm$; la force vive due à l'action de la pesanteur sera représentée par $-2gdydm$; d'où l'équation différentielle

$$dy = -k\gamma d\theta,$$

qui par intégration, en déterminant la constante pour l'hypothèse $y = 0$, $\theta = a$, conduit à l'équation

$$y = k\gamma(a - \theta),$$

pour relation finale démontrant la proportionnalité, jusqu'ici plus ou moins contestée, entre la hauteur et le décroissement de température.

» L'équilibre atmosphérique ainsi conçu, considéré à part toute perturbation extérieure, est éminemment stable; en ce sens qu'une molécule quelconque peut librement passer d'une couche à l'autre, sans perdre ou emprunter de chaleur aux molécules voisines. En montant ou en descendant, en effet, elle perdra ou gagnera une quantité de chaleur précisément égale à la force vive nécessaire pour la ramener à sa position première par l'effet de la pesanteur.

» Les valeurs des coefficients k et γ ne sont pas précisément égales à celles qui sont données dans les traités de physique. Elles sont d'ailleurs liées entre elles et à leur produit $k\gamma$, par des relations bien définies, sans que les observations expérimentales faites jusqu'à ce jour nous aient permis de les déterminer avec toute la rigueur désirable.

» En prenant pour base les expériences les plus dignes de foi, notamment celles de M. Regnault sur la détermination du coefficient de chaleur spécifique à volume constant, on arrive comme résultat probable, sinon certain, aux valeurs $k = 585$ kilogrammètres, $\gamma = 0,2733$, d'où

$$y = 160(a - \theta),$$

pour l'équation d'équilibre de l'air sec, qui devient

$$y = 160(a - \theta)\left[1 + (2,01)\frac{p}{P}\right],$$

dans le cas de l'air humide, p étant la tension de la vapeur d'eau, P la pression atmosphérique totale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle manière de former les acides malonique et succinique; par* **M. H. Muller.**

(Commissaires, MM. Pelouze, Balard, Fremy.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'influence que l'eau pure ou chargée de matières étrangères exerce à froid sur le sucre de canne; du rôle des moisissures dans les modifications du sucre; par* **M. Maumené.**

(Renvoi à l'examen de la Commission nommée, dans la séance du 15, pour le Mémoire de M. Béchamp, Commission qui se compose de MM. Payen, Peligot et Fremy.)

M. Mène adresse une Note ayant pour titre : « Examen chimique des opérations du four à puddler dans la métallurgie du fer. »

Cette Note est renvoyée à l'examen de la Commission déjà nommée pour d'autres communications de l'auteur également relatives à la métallurgie du fer; cette Commission se compose de MM. Balard et Fremy.

M. Foucaud de l'Espagnery présente l'observation de trois cas de tumeurs blanches traités avec succès par la compression méthodique.

(Commissaires, MM. Velpeau, Bernard, Cloquet.)

MM. Loiseau et Boivin soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire sur les sucrates de chaux.

(Commissaires, MM. Pelouze, Payen, Fremy.)

M. Dubois fait connaître les améliorations qu'il a apportées à son arithmographe, depuis le temps où cet appareil a été l'objet d'un Rapport favorable fait à l'Académie dans (*voir* le *Compte rendu* de la séance du 7 octobre).

(Renvoi aux anciens Commissaires : MM. Mathieu, Morin, Faye.)

M. Desrousseaux envoie de Givonne, près Sedan, plusieurs Notes et Lettres relatives à diverses questions de physique générale et d'astronomie.

MM. Pouillet, Babinet et Faye sont invités à prendre connaissance de ces communications et à faire savoir à l'Académie si elles sont de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur général des Douanes et des Contributions indirectes adresse pour la Bibliothèque de l'Institut un exemplaire du Tableau général des mouvements du cabotage en 1862, document qui vient d'être publié par l'Administration et qui forme le complément du Tableau général du commerce de la France pendant la même année.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la production d'oxygène ozoné par l'action mécanique des appareils de ventilation; par* **M. C. Saintpierre.**

« I. Dans le tuyau de sortie d'une machine soufflante destinée à alimenter le fourneau d'une fonderie, je disposai plusieurs bandelettes de papier ioduro-amidonné de Schœnbein. Une heure avant de mettre le ventilateur en mouvement, je plaçai dans l'atelier et au dehors plusieurs papiers semblables. J'ai constaté que tandis que ces derniers papiers n'avaient pas changé de couleur, même après cinq ou six heures, les bandelettes baignées par l'air du ventilateur prenaient, après dix minutes d'exposition, une légère teinte violacée, rendue plus sensible, on le sait, par l'immersion dans l'eau.

» Toutefois la teinte la plus forte que j'ai pu obtenir correspondait seulement au n° 3 de l'échelle ozonométrique de M. Schœnbein. J'attribue ce fait à la vaporisation de l'iode, et ce qui autorise cette explication, c'est la disparition de la teinte violacée elle-même par une action trop prolongée du courant d'air.

» L'air extérieur n'était pas capable de modifier le papier réactif, même après neuf ou dix heures; le temps était beau, point d'orage; l'air de l'atelier n'agissait pas davantage : or le ventilateur s'alimentant d'air non ozoné, pris à la fois à l'extérieur et à l'intérieur, il fallait admettre que la modification de l'oxygène était due tout entière à la compression que ce gaz subit dans l'appareil.

» II. Voulant m'assurer que le changement de teinte du papier ne pouvait être attribué au simple renouvellement de l'air, j'ai disposé des bandelettes de Schœnbein sur le volant et sur les boules du régulateur d'une machine à vapeur destinée à mettre en mouvement une scierie de planches. Les résultats furent absolument négatifs, même après quatre ou cinq heures.

» III. J'ai résumé ces expériences dans la suivante. Je pus disposer pendant quelques heures d'un ventilateur à palettes mû par la vapeur qui vint à remplacer dans la fonderie ci-dessus l'ancien appareil. Je plaçai sur les palettes et dans le tuyau de sortie des papiers ozonoscopiques coupés par moitié et numérotés. Les moitiés correspondantes furent collées sur les côtés du tambour, près des ouvertures d'entrée de l'air et sur le volant de la machine.

» Après dix minutes d'une grande vitesse, tous les papiers baignés par l'air extérieur n'étaient pas influencés; les autres, soumis à l'action de l'air

ventilé, étaient légèrement teintés après l'immersion de la bandelette dans l'eau.

» IV. Je viens de vérifier récemment ces résultats et j'ai essayé dans cette expérience de déterminer quelques-unes des conditions du phénomène.

» J'ai obtenu les résultats de l'expérience III, la température étant + 10°, et j'ai pu m'assurer qu'une grande vitesse est nécessaire. En marchant lentement je n'obtenais rien; avec 1000 tours par minute, j'arrivais à la teinte 2 ou 2,5 de Schœnbein sans pouvoir la dépasser. J'ai placé enfin à côté des papiers ozonométriques du papier bleu de tournesol, et j'ai constaté que ce réactif n'est pas influencé. On ne saurait invoquer, par conséquent, la formation d'un acide nitrique.

» V. Je puis donc conclure de ces faits que, par l'action mécanique qui s'exerce dans les machines soufflantes, dans les ventilateurs, peut-être aussi dans les pompes des bains d'air comprimé (?), l'air s'ozonise. Comme j'ai opéré forcément sur de l'air plus ou moins humide, on m'objectera peut-être que la vapeur d'eau joue un rôle et que mes expériences trouveraient leur explication dans les faits nouveaux annoncés par M. le général Morin. Je ne repousse nullement cette conclusion. »

M. **Perreaux** prie l'Académie de vouloir bien comprendre parmi les inventions admises à concourir pour le prix de Mécanique de 1864, ses machines dynamométriques employées à mesurer la force des fils soit isolés, soit en tissu, et le système de pompe qu'il a désigné par le nom de *pompes agricoles*.

Cette Lettre sera renvoyée à la Commission du prix de Mécanique.

M. **Girals** adresse de Marvejols (Lozère) une Note concernant une expérience qu'il a conçue et qu'il ne peut exécuter dans le lieu où le retiennent ses fonctions faute des instruments nécessaires.

La séance est levée à 4 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 29 février 1864 les ouvrages dont voici les titres :

Direction générale des douanes et des contributions indirectes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1862. Paris, novembre 1863 ; vol. in-4°.

De la thrombose et de l'embolie cérébrales, considérées principalement dans leurs rapports avec le ramollissement du cerveau ; par E. LANCEREAUX. Paris, 1862 ; in-4°.

Des hémorrhagies méningées, considérées principalement dans leurs rapports avec les néomembranes de la dure-mère cranienne ; par le même. (Extrait des *Archives générales de Médecine.*) Paris, 1862 ; br. in-8°.

De l'amaurose liée à la dégénération des nerfs optiques dans les cas d'altération des hémisphères cérébraux ; par le même. (Extrait du même recueil.) Paris, 1864 ; br. in-8°.

Ces trois opuscules sont présentés au nom de l'auteur par M. Rayer.

Recherches sur les chlorures et les bromures de phosphore (thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour le doctorat ès Sciences physiques); *par* M. E. BAUDRIMONT. Paris, 1864 ; in-4°.

Recherches expérimentales sur les caillots fibrineux et sur les produits d'inflammation du cœur; par le Dr FAURE. (Extrait des *Archives générales de Médecine.*) Paris, 1864; br. in-8°. (Destiné au Concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de 1864.)

Essais sur l'automatique pure, suivis de quelques études complémentaires d'application ; par Ernest STAMM. Milan et Paris, 1863; in-8°.

Société Philomathique de Paris. Extrait des procès-verbaux des séances pendant l'année 1863. Paris, 1863; in-8°.

Ignorant learned... *L'Ignorant instruit, ou Recherches sur les mystères long-*